

Efeitos de diferentes níveis de N, P e K sôbre Cacaueiros  
Jovens (*Theorema cacao* L.) em solução nutritiva<sup>(1)</sup>.

HENRIQUE VIANNA DE AMORIM<sup>(2)</sup>, LUIZ CARLOS SCOTON<sup>(2)</sup>

H.P. HAAG e E. MALAVOLTA

- 
- (1) Trabalho realizado com auxílio da Fundação Rockefeller. Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Botânica, Itabuna, Bahia, 1965.
- (2) Bolsistas do CNPq e da FAPESP nas Cadeiras de Química Biológica e de Matemática da ESALQ.

## 1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da fisiologia da nutrição do cacauzeiro é útil para o estabelecimento de normas racionais para o seu cultivo.

A sintomatologia das carências e das deficiências em elementos essenciais, já foi determinada por MC DONALD<sup>(13)</sup>, MASKELL, EVANS & MURRAY<sup>(12)</sup>, MACHICADO & ALVIM<sup>(9)</sup>, MACHICADO & BOYNTON<sup>(10)</sup> e ALVIM citado por HARDY<sup>(4)</sup>.

O presente trabalho foi executado com o intuito de analisar o desenvolvimento inicial do cacauzeiro cultivado em solução nutritiva com diferentes níveis dos elementos N, P e K no substrato e estudar as interações e relações entre os mesmos, bem como o seu efeito na composição das plantas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi instalado em abril de 1963 numa casa de vegetação. As mudas usadas foram obtidas de sementes de *Theobroma cacao L.*, provenientes do Município de Ilhéus, Bahia, com 50 dias de idade.

As mudas foram transplantadas para vasos de plástico de 1.500 ml de capacidade, pintados externamente com neutrol e recobertos com folhas de alumínio. A solução nutritiva empregada foi a de HOAGLAND & ARNON n.º 1<sup>(3)</sup> modificada para os níveis de N, P e K (Quadro 1).

QUADRO 1  
Níveis de N, P e K na solução nutritiva.

	N	P	K
0	omissão	omissão	omissão
1	133 ppm	27 ppm	133 ppm
2	266 ppm	54 ppm	266 ppm

As soluções não foram arejadas, mas foram trocadas cada 30 dias, tendo sido preparadas no momento da troca. Mensalmente media-se o comprimento do caule a partir do colo e pesava-se as plantas.

O delineamento usado foi o esquema fatorial  $N \times P \times K$  —  $3 \times 3 \times 3$  (27 tratamentos), com duas repetições distribuídas inteiramente ao acaso. Em cada vaso foi colocada uma planta.

Após 120 dias as plantas foram colhidas, secadas em estufa (80°C) e juntaram-se as folhas das duas plantas de cada tratamento para a análise.

Para a determinação do Nitrogênio, utilizou-se o método micro-Kjeldhal modificado por MALAVOTA<sup>(11)</sup>, o Potássio foi determinado no fotômetro de chama, modelo Beckman B, e o Fósforo pelo método colorimétrico de LOTT et al.<sup>(7)</sup>.

A análise estatística dos resultados obtidos foi feita observando-se o delineamento do experimento, segundo PIMENTEL GOMES<sup>(15)</sup>.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Sintomas

As plantas dos tratamentos  $K_0$  apresentaram sintomas de carência a partir do 34.º dia. As folhas mais velhas iniciaram com uma clorose apical e depois nos bordos. Alguns dias depois o ápice das folhas apresentava-se necrosado e esta necrose acompanhou os bordos, tomando depois quase toda a folha.

Aos 60 dias surgiram os sintomas de carência de N nos tratamentos  $N_0$ . As folhas mais velhas apresentavam inicialmente uma clorose em toda a folha.

O desfolhamento, tanto para os tratamentos  $K_0$  como para os  $N_0$ , foi muito pequeno.

#### 3.2. Desenvolvimento das plantas

No 4.º mês foi constatado um efeito significativo do N no desenvolvimento das plantas.

Os resultados obtidos no final do ensaio encontram-se no Quadro 2.

##### 3.2.1. Altura da haste

O N afetou sensivelmente o desenvolvimento da haste e foi constatado um componente quadrático significativo ao nível de 5%.

## QUADRO 2

Altura da haste e pêso sêco dos diversos órgãos da planta.

Tratamentos	Altura (cm) Haste	Pêso sêco em gramas			Planta
		Haste	Raizes	Fôlhas	
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	23,25	1,02	0,38	0,78	2,18
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	25,25	1,26	0,72	2,08	4,06
N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	23,25	1,62	0,76	2,76	5,15
N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	24,75	1,00	0,56	1,51	3,08
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	25,75	0,93	0,49	2,21	3,63
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	24,25	0,92	0,45	2,25	3,62
N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	22,00	0,71	0,42	1,40	2,54
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	23,25	1,00	0,36	1,74	3,11
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	25,00	0,97	0,49	2,27	3,73
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	23,50	1,00	0,48	1,55	3,03
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	27,00	1,44	0,53	2,46	4,44
N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	26,50	1,09	0,51	1,78	3,38
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	22,50	0,95	0,46	1,59	3,00
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	23,50	1,06	0,57	2,39	4,02
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	26,25	1,34	0,65	2,89	4,89
N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	23,75	0,83	0,42	1,69	2,95
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	22,75	0,96	0,25	1,55	2,77
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	22,75	0,89	0,87	2,17	3,43
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	22,75	1,02	0,46	1,69	3,17
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	28,50	1,26	0,54	2,08	3,88
N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	21,75	0,87	0,27	1,50	2,65
N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	23,00	1,31	0,31	1,52	3,14
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	21,00	0,64	0,32	1,08	2,01
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	25,00	1,21	0,54	2,61	4,37
N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	23,75	1,08	0,43	1,60	3,12
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	29,50	1,59	0,76	3,87	6,18
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	23,75	0,81	0,42	1,92	3,15
	+ (N)	N.S.	N.S.	+++ (N)	++ (N)

+ significância ao nível de 5% para o N  
++ significância ao nível de 1% para o N  
+++ significância ao nível de 0,1% para o N

O P e o K não exerceram influência no desenvolvimento em altura, fato também constatado por HOMES<sup>(6)</sup>.

### 3.2.2. *Pêso seco da haste*

Foi possível comprovar que os níveis de P dentro de K<sub>0</sub> diferem entre si ao nível de 5%. O P teve ação desfavorável. Isso também foi observado por HOMES<sup>(6)</sup>.

QUADRO 3

Níveis de N, P e K e altura da haste (cm)

Níveis	N	P	K
0	23,25	24,64	24,08
1	25,17	24,00	24,28
2	24,29	24,06	24,33

### 3.2.3. *Pêso seco da raiz.*

O N teve um efeito ligeiramente favorável e o P e o K, desfavorável, sobre o pêso seco das raízes.

GREENWOOD & DJOKOTO<sup>(2)</sup> notaram que o excesso de K diminui o pêso frêsko das raízes.

QUADRO 4

Níveis de N, P e K e pêso seco da haste (g).

Níveis	N	P	K
0	0,99	1,18	1,05
1	1,13	1,04	1,06
2	1,08	0,99	1,09

QUADRO 5

Níveis de N, P e K e pêso seco das raízes (g).

Níveis	N	P	K
0	0,44	0,52	0,52
1	0,51	0,48	0,47
2	0,50	0,44	0,45

QUADRO 6

Níveis da N, P e K e peso seco das folhas (g).

Níveis	N	P	K
0	1,48	1,85	1,89
1	2,16	2,00	2,01
2	2,24	2,02	1,98

Para o N, observou-se um componente linear significativo a 0,1%. Não houve efeito significativo do P e do K. GREENWOOD & DJOKOTO<sup>(2)</sup> mencionam que o excesso de K não modifica o peso fresco das folhas.

### 3.2.5. *Peso seco da planta*

QUADRO 7

Níveis de N, P e K e peso seco das plantas (g).

Níveis	N	P	K
0	2,92	3,55	3,46
1	3,79	3,53	3,55
2	3,82	3,44	3,52

O efeito do nitrogênio foi linear, significativo ao nível de 1% e tendendo a quadrático.

HOMES<sup>(6)</sup> observou que o N exerce efeito favorável sobre os rendimentos ponderais quando ele domina e o P exerce efeito desfavorável. No presente caso, o P foi ligeiramente desfavorável, talvez devido à alta concentração de Mg das soluções (133 ppm), que pode compensar o efeito prejudicial do P.

### 3.3. *Composição química das folhas.*

As folhas das plantas foram divididas em 2 lotes; o primeiro lote correspondia às folhas inferiores que eram aquelas que as plantas possuíam no início do ensaio, e o segundo lote, às folhas superiores.

Os resultados obtidos encontram-se no Quadro 8.

#### 3.3.1. *Teores percentuais de N.*

Nas folhas inferiores, o efeito do N foi linear, significativo ao nível de 1%.

## QUADRO 8

Teores de N, P e K nas folhas inferiores (Fli) e superiores (Fls)  
em gramas por 100 gramas de matéria seca.

Tratamentos	% N		% P		% K	
	Fli	Fls	Fli	Fls	Fli	Fls
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1,50	1,82	0,10	0,17	0,50	1,45
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	1,54	2,10	0,09	0,17	0,55	1,50
N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	2,52	2,38	0,12	0,24	0,90	2,10
N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	2,38	1,82	0,24	0,36	0,80	1,85
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	2,66	2,66	0,27	0,47	0,35	1,80
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	2,52	2,80	0,25	0,54	0,55	1,80
N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	2,24	1,68	0,29	0,44	0,70	1,95
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	2,52	2,52	0,34	0,47	0,55	1,35
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	2,52	2,80	0,27	0,41	0,35	1,40
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	2,24	1,82	0,12	0,17	1,05	2,05
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	1,96	1,96	0,08	0,12	1,05	2,10
N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	2,10	2,10	0,10	0,17	1,20	2,30
N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2,10	1,96	0,31	0,50	1,55	3,10
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2,52	2,80	0,27	0,38	1,10	2,15
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2,80	2,66	0,21	0,39	1,55	2,25
N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2,10	1,68	0,21	0,44	0,75	2,50
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2,52	2,38	0,19	0,29	1,45	2,40
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2,80	2,66	0,30	0,38	0,90	1,60
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2,24	1,68	0,11	0,23	2,10	2,75
N <sub>1</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2,34	2,24	0,12	0,19	2,00	2,50
N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2,66	2,66	0,12	0,22	2,20	2,75
N <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1,96	1,54	0,20	0,35	2,05	2,75
N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2,52	3,22	0,43	0,37	1,85	3,80
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2,80	2,80	0,25	0,41	1,40	2,50
N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1,96	2,52	0,27	0,46	2,00	2,90
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2,52	2,94	0,25	0,35	1,70	2,70
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2,52	2,24	0,47	0,52	1,75	3,20

++ (N)    +++ (N)    +++ (P)    +++ (P)    +++ (K)    +++ (K)  
+ (P)        + (P)

+    significativo ao nível de 5%  
++    significativo ao nível de 1%  
+++    significativo ao nível de 0,1%

O P também teve efeito positivo, quadrático, significativo ao nível de 5%.

Nas folhas superiores o efeito do N foi quadrático ao nível de 5%, e tendendo a linear para o P.

#### QUADRO 9

Níveis de N, P e K e teores de N nas folhas inferiores (Fli) e superiores (Fls).

Níveis	N		P		K	
	Fli	Fls	Fli	Fls	Fli	Fls
0	2,08	1,84	2,12	2,08	2,27	2,29
1	2,34	2,54	2,47	2,47	2,35	2,22
2	2,58	2,57	2,41	2,38	2,39	2,43

Observa-se pelos dados, que os teores de N no nível  $N_0$  nas folhas superiores são menores do que nas folhas inferiores, ocorrência verificada também por HAAG & MALAVOLTA<sup>(3)</sup> em cafeeiro.

Nas folhas superiores, os teores de N correspondentes aos tratamentos  $N_1$  e  $N_2$  foram muitos próximos e o teor correspondente a  $N_2$  nas folhas inferiores é praticamente igual a  $N_2$  das folhas superiores. Isto parece evidenciar que o nível 2 de N é excessivo.

HOMES<sup>(6)</sup> encontrou uma elevação no teor de N quando a concentração de K no substrato é alta. Os dados obtidos, sugerem uma certa semelhança.

O teor mínimo de N nas folhas inferiores foi 1,50; nas superiores, 1,54. LOUÉ<sup>(8)</sup> encontrou 1,30 em *Theobroma cacao* L.

Em condições de campo, BOYNTON & SAND<sup>(1)</sup> encontraram um teor mínimo de 1,34 para as folhas mais velhas.

#### 3.2.2. Teores percentuais de P.

Tanto nas folhas novas como nas velhas, houve um efeito significativo a 0,1% do P sobre o teor de P nas folhas. Em ambos os casos, esta influência foi quadrática.



Os teores de P nas folhas dos níveis 1 e 2 foram praticamente iguais, o que faz supor seja excessivo ao nível P<sub>2</sub>.

#### QUADRO 10

Níveis de N, P e K e teores de P nas folhas inferiores (Fli) e superiores (Fls).

Níveis	N		P		K	
	Fli	Fls	Fli	Fls	Fli	Fls
0	0,21	0,35	0,11	0,19	0,22	0,36
1	0,23	0,31	0,27	0,42	0,20	0,31
2	0,23	0,36	0,29	0,42	0,25	0,34

Nas folhas inferiores observou-se um teor mínimo de P igual a 0,08, o mesmo encontrado por LOUÉ<sup>(8)</sup> em *Theobroma cacao* L.

Nas folhas novas, o teor mínimo encontrado foi 0,12. Em condições de campo, BOYNTON & SANDS<sup>(1)</sup> acharam 0,12 para as folhas velhas e 0,15 para as novas.

#### 3.3.3. Teores percentuais de K.

Nos dois lotes de folhas o teor de K cresceu linearmente em função dos níveis desse elemento, nas soluções. Em ambos os casos, o componente linear foi significativo a 0,1%. Este fato permite concluir que o nível 2 de K não é excessivo.

#### QUADRO 11

Níveis de N, P e K e teores de K nas folhas inferiores (Fli) e superiores (Fls).

Níveis	N		P		K	
	Fli	Fls	Fli	Fls	Fli	Fls
0	1,28	2,37	1,28	2,16	0,58	1,69
1	1,18	2,26	1,24	2,44	1,18	2,28
2	1,20	2,21	1,13	2,22	1,89	2,87

O teor mínimo de K nas folhas inferiores foi 0,35, e nas superiores, 1,35. O teor mínimo mencionado por LOUÉ<sup>(8)</sup> é 0,15. MACHICADO & BOYNTON<sup>(10)</sup> citam um teor de 0,42 para folhas de 60 dias submetidas a tratamento com omissão de K.

BOYNTON & SANDS<sup>(1)</sup> acharam, em condições de campo, teores mínimos de 0,90 nas folhas velhas e 1,81 nas novas.

### 3.3.4. Relações N/P, N/K e K/P

#### QUADRO 12

Relações N/P, N/K e K/P nos níveis de N, P e K.

Níveis	N/P		N/K		K/P	
	Fm	Fls	Fli	Fls	Fli	Fls
N <sub>0</sub>	11,72	6,14	2,05	0,81	6,59	7,57
N <sub>1</sub>	12,99	9,35	2,77	1,20	7,19	6,69
N <sub>2</sub>	13,64	7,93	2,88	1,25	5,97	7,09
P <sub>0</sub>	11,94	11,51	1,98	1,00	11,03	11,86
P <sub>1</sub>	9,57	5,99	2,77	1,07	4,56	6,03
P <sub>2</sub>	8,86	5,91	2,95	1,19	4,16	5,45
K <sub>0</sub>	11,94	7,21	4,30	1,39	3,42	5,46
K <sub>1</sub>	14,02	8,50	2,09	1,02	7,17	8,78
K <sub>2</sub>	12,40	7,70	1,30	0,85	9,16	9,11
	+++ (P)	+++ (P) ++ (N)	+++ (K)	++ (K) ++ (N)	+++ (P) +++ (K)	+++ (P) ++ (K)
	Q+++ (P)	Q+++ (N) Q+++ (P)	L+ (K)	L+++ (N) L+++ (K)	Q++ (P) L+++ (K)	Q+++ (P) L+ (K)
	+ significância ao nível de		5%	L	tendência linear	
	++ significância ao nível de		1%	Q	tendência quadrática	
	+++ significância ao nível de		0,1%			

A relação N/P apresentou-se menor nas folhas superiores, o que indica uma translocação proporcionalmente mais intensa de P em relação ao N.

O nível 1 de K apresentou relação N/P maior do que os demais níveis desse elemento.

A relação N/K diminui nas folhas superiores em virtude de um acréscimo no teor de K. Esta relação aumenta quando se aumenta a concentração de P na solução.

Nas folhas superiores a relação K/P aumentou devido ao acréscimo proporcionalmente maior do K em relação ao P. Esta relação diminui nos tratamentos com omissão de N. MURRAY (14) também obteve a mesma conclusão. Porém, quando há excesso de N, ela diminui mais acentuadamente.

### 3.4. Relação entre as percentagens de N, P e K nas folhas e a produção de matéria seca.

A regressão linear entre o teor de N nas folhas e a produção de matéria seca é significativa ao nível de 1%. A produção de matéria seca aumenta quando cresce o teor de N nas folhas (Gráfico 1).

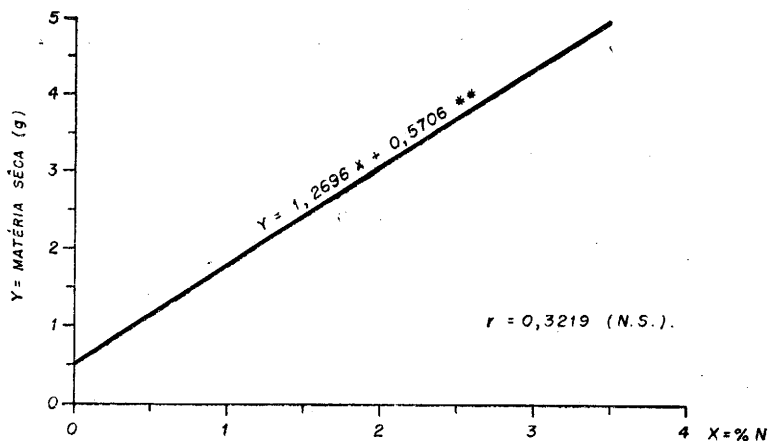


Gráfico - 1. TEORES DE N NAS FÔLHAS SUPERIORES E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SÊCA.

Não foi significativa a regressão linear entre o teor de P nas folhas e a produção de matéria seca. A regressão quadrática também não foi significativa. Mas pode-se notar que a produção de matéria seca decresce com o aumento do teor de P nas folhas (Gráfico 2).

Para o K ocorreu fenômeno semelhante ao P. A regressão linear e a quadrática não alcançaram significância,

embora haja uma tendência de diminuição da produção de matéria seca quando cresce o teor de K nas folhas (Gráfico 3).

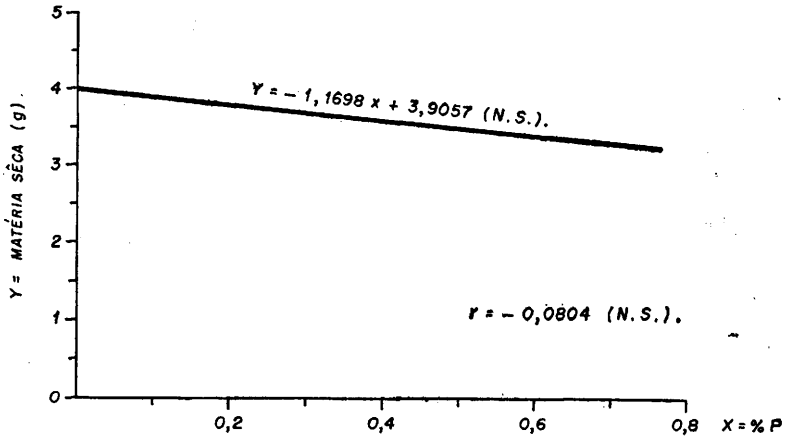


Gráfico-2. TEORES DE P NAS FÔLHAS SUPERIORES E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SÊCA.

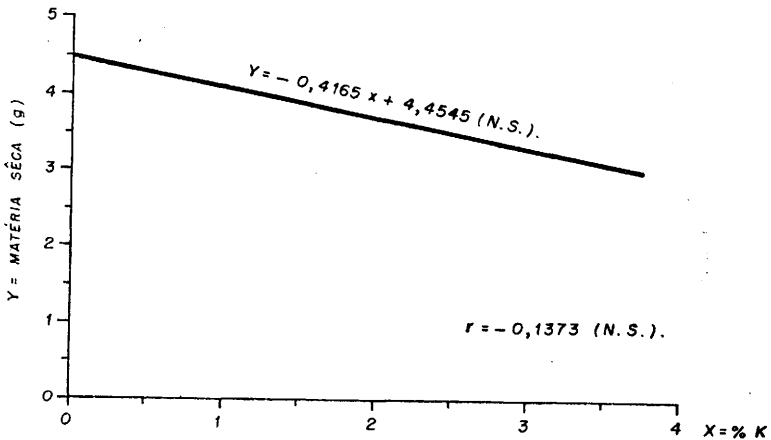


Gráfico-3. TEORES DE K NAS FÔLHAS SUPERIORES E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SÊCA.

#### 4. Conclusões

a) O N teve ação favorável no desenvolvimento em altura, peso seco da haste e das folhas. O peso seco das raí-

zes decresceu quando as concentrações de P ou de K das soluções aumentaram.

b) O teor de N nas folhas foi influenciado pelas concentrações de N e de P nas soluções. Os teores de P e de K nas folhas, só foram influenciados, respectivamente, pelas concentrações de P e de K nas soluções.

c) Os teores de P e de K nas folhas superiores foram maiores do que nas inferiores. O teor de N conservou-se praticamente no mesmo nível.

d) As relações N/P e K/P diminuem quando há omissão ou excesso de K e de N, respectivamente, nas soluções. A relação N/K se eleva com o aumento da concentração de P na solução.

e) Os níveis 2 de N e de P são excessivos mas a mesma conclusão não pode ser estendida para o K.

f) A produção de matéria seca cresce linearmente quando há aumento no teor de N nas folhas. O mesmo não ocorre quando há aumento no teor de P ou de K nas folhas.

## 5. Summary

Cocoa seedlings were grown in nutrient solution in order to find out the effects of the levels of N, P, K in the substrate on growth, symptoms and chemical composition of the leaves. A 3x3x3 factorial design was used. The following conclusions can be drawn.

5.1. Among the three elements under study, only nitrogen had a positive, significant effect on growth as measured by height and dry weight.

5.2. The level of a given elements in the leaves did increase when its level in the nutrient solution was raised. On the other hand the N content was positively affected by the concentration of P in the substrate.

5.3. A decrease in the N/P and K/P ratios in the leaves was observed when the nutrient solutions had, respectively, absence of K and N and high level both of K and N. The N/K ratio increased with the level of P in the substrate.

5.4 A highly significant positive correlation was found between N content in the leaves and dry weight. This was not the case however, insofar P and K are considered — no correlation whatsoever was observed.

## 6. *Literatura citada*

1. BOYNTON, D. & SANDS, F. — A Survey of the fertility status of the cacao soils of Costa Rica, as determined by soil and leaf analyses, and a preliminary study of the relation of depth of rooting of cocoa trees to soil drainage. V Reunion del Comité Técnico Interamericano del Cacao. Doc. 3, 13 pp. Turrialba, Costa Rica, 1954.
2. GREENWOOD, M. & DJOKOTO, R. K. — Symptoms of mineral deficiency in cocoa. *The Journal of Horticultural Science* 27 (4): 233-236 pp. 1952.
3. HAAG, H. P. & MALAVOLTA, E. — Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. III. Efeito das deficiências dos macronutrientes no crescimento e na composição química do cafeeiro (*Coffea arabica* L., var. bourbon (B. Rodr.) Choussy) cultivado em solução nutritiva. *Rev. de Agricultura* 35 (4): 273-289 1960.
4. HARDY, F. — Manual de cacao. Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas. Turrialba, Costa Rica, 442 pp. 1961.
5. HOAGLAND, D. R. & ARNON, D. I. The water culture method for growing plants without soil. *Calif., Agr., Exp. Sta. Berkeley, Calif., Circ.* 347, 1950.
6. HOMES, M. — L'Alimentation minérale du cacaoier (*Theobroma cacao* L.) I.N.E.A.C., Congo Belga, Série Scientifique 58 1953.
7. LOTT, W. L., NERY, J.P., GALLO, J. R. & MEDCALF, J.L. — A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. IBEC Research Institute. Boletim 9, 1956.
8. LOUÉ, A. — Estudo das carências e deficiências minerais do cacau. *Fertilité* 14: 3-86 1961-1962.
9. MACHICADO, M. & ALVIM, P. T. Sintomatologia de las deficiências minerales en cacao. Doc. 11. 10 pp., Turrialba, Costa Rica. 1954.
10. MACHICADO, M. & BOYNTON, D. El efecto de las deficiências de potasio, calcio y magnésio sobre los constituyentes intermedios de nitrogenio en las hojas de cacao. Turrialba 11 (4). 133-137 pp. 1961.
11. MALAVOLTA, E. — Práticas de Química Orgânica e Biológica, Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz" — Piracicaba, 1957.
12. MASKELL, E. J., EVANS, H. & MURRAY, B.A. — The Symptoms of nutritional deficiencies in cacao produced in sand and water cultures. Imperial College of Tropical Agriculture. A report on cacao research, 1945-1951. St. Augustine, Trinidad, 1953, 53-64 pp.
13. MCDONALD, J. A. — Some effects of deficiencies of essential nutrient elements on the growth of young cacao plants. Imperial College of Tropical Agriculture (Trinidad). Annual Report on cacao research 4: 83-85 (1934). 1935.

14. MURRAY, D.B. — Deficiency levels of the major nutrients in cacao leaves. Imperial College of Tropical Agriculture. A Report on Cacao Research 1955-1956. St. Augustine, Trinidad 21-22 pp. 1957.
15. PIMENTEL GOMES, F — Curso de estatística experimental. E. S. A. "Luiz de Queiroz", 2.<sup>a</sup> edição, Piracicaba, 384 pp. 1963.

